

# A Lei de Crimes Ambientais e análise da efetividade jurídico-econômica a partir de modelos econométricos

Dacicleide Souza Cunha<sup>1</sup>, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha<sup>2</sup>, Alan Cavalcanti da Cunha<sup>3</sup>

1. Mestre em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Brasil. E-mail: [decicleide@gmail.com](mailto:decicleide@gmail.com)

2. Universidade Federal do Amapá, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - CRHEA - EESC - USP, Brasil. E-mail: [helenilzacunha@unifap.br](mailto:helenilzacunha@unifap.br)

3. Universidade Federal do Amapá, Doutor em Engenharia Civil, com ênfase em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP, Brasil. E-mail: [alancunha@unifap.br](mailto:alancunha@unifap.br)

**RESUMO:** A pesquisa tem como objetivo estudar a efetividade da Lei de Crimes Ambientais (9.605/98) aplicada a crimes contra a flora no estado do Amapá no período entre 2000 e 2008. A metodologia do estudo consistiu nas seguintes etapas: a) obtenção de dados sobre os Autos de Infração contra a flora (banco de dados do IBAMA-AP), b) análise da cobrança cível, c) análise da impetração de ação criminal pelos Ministérios Públicos Estadual e Federal e d) verificação de etapas de procedimentos e conclusão dos processos cíveis e criminais, utilizando probabilidades de sucesso e insucesso. Como resultado foram desenvolvidos dois modelos conceituais econométricos, um cível e um criminal, ambos aplicados na análise da efetividade da Lei a partir de cenários jurídico-econômicos. Parâmetros econométricos, como montante da multa, taxa de juros (%a.m) e período de aplicação da multa foram utilizados nos modelos, bem como probabilidades observacionais relacionadas com o nível de sucesso de cada etapa dos processos cíveis e criminais. Os resultados da aplicação dos modelos econométricos propostos representam razoavelmente bem os riscos de efetividade da Lei, com base em números de autuações, condenações penais e pagamento das multas cíveis. Por esta perspectiva, os instrumentos administrativos e criminais mostraram reduzida efetividade, com poucas condenações, provavelmente incrementada pela complexidade jurídica do setor no sistema brasileiro. Conclui-se que há falhas consideráveis no cumprimento de procedimentos administrativos e judiciais, mas que podem ser relativamente bem explicadas pelos modelos econométricos propostos.

**Palavras-chave:** Amazônia oriental, Lei de crimes ambientais, efetividade, modelo matemático.

## The Law of Environmental Crimes and analysis of the legal and economic effectiveness from econometric models

**ABSTRACT:** This research seeks to study the effectiveness of the Environmental's Crime Law (9.605/98) applied to crimes against flora in Amapá State. The study occurred in the period between 2000 and 2008. The methodology was divided in the following steps: a) data acquisition about violation acts against the flora (IBAMA-AP), b) analysis of civil recovery, c) analysis of the filing of criminal charges by Federal's and State's Public Prosecutors, and d) verification of procedures and conclusion of civil and criminal cases, using probabilities of success and failure. As a result two econometric conceptual models were developed, one civil and one criminal, both applied in the analysis of the effectiveness of the law from legal-economic scenarios. Econometric parameters such as amount of the fine, interest rate (% per month) and period of application as well as observational probabilities related to the level of success of each stage of civil and criminal events. The results of the proposed econometric models application represent fairly well the risks of effectiveness of the law, based on numbers of notifications, criminal convictions and payment of civil penalties. From this perspective, the administrative and criminal instruments showed reduced effectiveness, with few convictions, probably increased by the complexity of the legal sector in the Brazilian system. We conclude that there are significant failures on the fulfilling of administrative and judicial procedures, but that can be relatively well explained by the proposed econometric models.

**Keywords:** Eastern Amazonia, environmental's crime law, effectiveness, legal-economic mathematic model, Amapá State.

## 1. Introdução

Nas duas últimas décadas a sociedade percebeu a necessidade de rever o modo de utilização dos recursos naturais disponíveis, uma vez que significativas e irreversíveis alterações do ambiente estavam ocorrendo de modo frequente e até contínuo. Nesse contexto, nasceu o Direito Ambiental com o objetivo de harmonizar a dicotomia entre proteger o meio ambiente e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento econômico e social (PRIEUR, 2004).

Mas ao analisar a lógica do Direito Econômico, Ferraz (2008) comenta que, ao se pensar somente em proibir, ou permitir práticas que agredem o meio ambiente, somente faria sentido a clássica lógica formal de imputação. Se poluir tem que pagar multa; se agredir o ecossistema sofrerá as penalidades (inclusive

reclusão). Neste contexto, é sabido que o Brasil possui um arcabouço jurídico exemplar na área ambiental, com destaque para a Lei de Crimes Ambientais (LCA), nº 9.605/98 (BRASIL, 1998), que estabelece as penalidades aos infratores ambientais.

A LCA foi criada dez anos após a promulgação da Constituição Federal de 1988 (CF/88) disciplinando as sanções penais e administrativas às pessoas físicas e jurídicas que violem as regras de garantia esperadas para manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado (OLIVEIRA, 2012). Contudo, seu cumprimento, incluindo as fases administrativas e judiciais, dependem da efetiva atuação e desempenho dos órgãos executores integrantes do sistema de aplicação da lei. Neste caso, é possível observar que a lei, em seu Capítulo V (arts. 29 a 69), estabelece os

dispositivos tipificadores do crime ambiental, resguardando a proteção da flora nos arts. 38 a 53.

Em relação à responsabilidade, ou responsabilização ambiental, Peters e Pires (2006) destacam que há três esferas independentes: Administrativa, Civil e Penal, para as quais há dois procedimentos na aplicação da lei: primeiro é um Procedimento Administrativo, o qual ocorre internamente no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Superintendência no Amapá, e o segundo, um Procedimento Judicial que se inicia tanto no IBAMA quanto no Ministério Público (MP). Nestes casos, concluem-se nos tribunais, conforme a natureza do processo (civil ou criminal).

Segundo Campos e Aguiar (2008) a LCA considera infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole regras jurídicas de uso, gozo, promoção e recuperação do meio ambiente, prevendo, dentre outras sanções, a multa administrativa em valores que variam desde R\$ 50,00 até R\$ 50.000.000,00. Para os autores supracitados, os aspectos econômicos da multa ambiental administrativa a transformam em um dos mais relevantes instrumentos de proteção da biodiversidade, considerando-se que os principais agressores são normalmente grandes corporações, as quais tendem a visar principalmente o lucro, pondo em segundo plano necessidades de proteção ambiental. E, neste ponto, é que se encontra o elo entre a proteção e a conservação da biodiversidade e a multa como seu principal instrumento.

Abrão (2008) afirma que o problema ambiental no Brasil não pode ser associado à falta de normalização protetiva, pois esta é bastante extensa e rigorosa. Ainda que o país disponha de uma Carta Constitucional completa, de nada valerá se esses direitos não puderem se efetivar, pois serão nada mais que textos dotados de conceitos no papel.

Em relação a aplicação da LCA são necessários dois órgãos do Poder Executivo, um responsável pela fiscalização ambiental (IBAMA), Ministério Público, Federal ou Estadual, e de um órgão do Poder Judiciário, Federal ou Estadual.

De acordo com Brito e Barreto (2005) o IBAMA autua e multa os transgressores da lei e inicia a responsabilização administrativa com formação de um processo administrativo. Concomitantemente, as informações sobre crimes são remetidas ao MP para que esse promova a responsabilização civil ou penal de acordo com o caso.

O MP é responsável por intentar a ação criminal para a punição do infrator ambiental e o Poder Judiciário é o responsável pela última fase do processo. Seja na cobrança judicial da multa que foi aplicada na fase administrativa no IBAMA, seja para aplicar ao infrator uma punição criminal diante da infração

cometida. Neste caso, apresenta a incumbência de conciliar os interesses da qualidade ambiental e da boa gestão dos recursos naturais ante o imperativo do desenvolvimento econômico e social. Mas a solução ideal passa por uma visão abrangente do problema ou dilema, prevalecendo o interesse maior: in *dúbio standum est pro ambient*, que significa, na dúvida decide-se pelo meio ambiente (MILARÉ, 2007).

Migliari Júnior (2001) define crime ambiental como toda degradação que afete o equilíbrio do meio ambiente, atingindo, em maior ou menor intensidade, o homem (quanto à saúde, segurança, bem-estar ou nas suas atividades sociais e econômicas), as formas de vida animal e vegetal (biota), ou o próprio ambiente físico ou estético.

Para que a norma seja considerada apropriada às necessidades sociais é necessário que a lei seja eficaz, possua validade e força para produzir efeitos jurídicos e atenda ao princípio da eficiência, buscando o fim individual e coletivo. Além disso, sua efetividade deve ser devidamente aplicada para que seus efeitos possam ser observados por toda a sociedade (DINIZ, 2005).

Segundo Becker (1968) a economia de aplicação da lei, um ramo da ciência econômica surgido com intuito de compreender os fatores que influenciam na decisão de uma pessoa praticar ou não um delito, propicia uma estrutura teórica simples e lógica, que é útil para a análise de cada componente do sistema de aplicação da lei, de forma que os componentes fracos desse sistema executório possam ser identificados e implementadas ações para seu fortalecimento.

Neste contexto a presente pesquisa apoiou-se em dados jurídico-econômicos utilizados para desenvolver um processo de modelagem com base em dois autores da literatura. O pioneiro do tema foi Sutinen (1987), quem aplicou o conceito de desincentivo das multas. O segundo, adaptado de Sutinen (1987), foi Akella et al. (2006), que aplicaram o mesmo modelo a um estudo de caso na Bahia (Brasil). Contudo, os referidos autores não previram a bifurcação dos processos (cível e criminal) que normalmente são gerados simultaneamente durante o primeiro ato de infração. Entretanto, como será abordado mais adiante, os casos estudados seguem processos judiciais de modo e celeridade distintos. E é justamente com esta visão que a presente pesquisa explora as lacunas ou ausências deste detalhamento, considerando todos os aspectos da análise da efetividade do sistema da LCA, desde a fase judicial nas esferas civil e criminal que não foram abordadas pelos autores pioneiros desta metodologia.

Com este objetivo, a presente pesquisa analisou o desempenho e a efetiva aplicação da LCA referente a um estudo de caso no estado do Amapá, considerando simultaneamente tanto os aspectos cíveis e criminais, de modo que ambos foram inseridos em modelos econométricos desenvolvidos com este propósito.

Com efeito, espera-se que o sistema de aplicação da lei pode ser melhor avaliado considerando os riscos do desincentivo à prática do crime e, deste modo, avaliar a efetividade da LCA no estado do Amapá para os crimes contra a flora.

O fundamento do estudo e concepção de modelos matemáticos propostos é o desempenho da aplicação da LCA. Nestes são incluídas as fases administrativa (detecção do delito, autuação pelo IBAMA/AP e transcurso do processo ou notificação ao Ministério Público) e judicial (interposição de ação criminal e condenação ou ação civil executiva e finalização do processo).

O maior benefício do uso da modelagem jurídico-econômico proposto é sua facilidade em proporcionar uma visão da efetividade da LCA, a partir da qual ocorre a identificação da efetiva ou inefetiva atuação e desempenho dos órgãos executores no sistema de aplicação da respectiva lei, onde se pode identificar gargalos operacionais que dificultam a sua efetividade (Sutinen, 1987 e Akella et al. 2006). Ao mesmo passo, considera-se principalmente o fator tempo na sua execução em que a instituição está atuando de forma mais ou menos eficiente. Além disso, entende-se que o principal vínculo entre a proteção e a conservação da biodiversidade, na perspectiva da presente análise, tem na multa um instrumento útil, e que aquela precisa ser efetivamente cobrada, executada, esperando-se que o autor do crime seja punido. Toda esta análise pode servir como instrumento de análise e efetividade do desincentivo proposto pela medida legal.

Um pressuposto elementar de todos os modelos propostos é de que a eficácia de um sistema de aplicação da lei se baseia, em termos gerais, na aplicação competente de cada uma das etapas da cadeia processual, criminal ou cível. A hipótese da presente pesquisa é de que modelos jurídico-econômicos auxiliam a compreensão e a aplicação efetiva da lei, pois fornece ao analista um horizonte temporal da depreciação da multa em relação ao desincentivo ao crime contra o meio ambiente. Além disso, com a identificação de componentes frágeis do sistema executório de aplicação da LCA, é possível implementar ações que visem seu fortalecimento, o que pode melhorar a sua efetividade prevista na legislação.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em todo o Estado do Amapá, o qual possui 734,996 habitantes em uma área de 142.828,521 (km<sup>2</sup>), resultando em densidade demográfica igual a 4,69 (hab/km<sup>2</sup>). O Estado do Amapá é composto por 16 municípios: Amapá, Calçoene, Cutias, Ferreira Gomes, Itaubal, Laranjal do Jari, Macapá, Mazagão, Oiapoque, Pracuúba, Pedra Branca, Porto Grande, Santana, Serra do Navio, Tartarugalzinho, Vitória do Jari (IBGE, 2013).

O Amapá apresenta conjuntura única entre todos os Estados da Amazônia. É o mais protegido em termos relativos, com 9.981.538,62 de hectares, ou seja 69,89% do seu território resguardado, distribuídos em 12 unidades de conservação e 5 terras indígenas (ATLAS, 2008) integrando o Corredor da Biodiversidade do Amapá, visando conciliar a conservação da natureza com o desenvolvimento econômico e social (SILVA, 2007, CUNHA et al. 2013).

### *Procedimentos Metodológicos*

Para gerar as informações básicas necessárias para avaliar a efetividade da LCA foram coletados dados de Autos de Infração Ambiental (AIA) aplicados pelo IBAMA/AP apenas para crimes contra flora praticados no estado do Amapá. Estas informações foram analisadas qualitativa e quantitativamente com base em parâmetros estatísticos dos referidos dados observacionais destes AIA. Assim, estes dados foram relacionados às detecções e autuações aplicadas pelo IBAMA/AP e introduzidos nos modelos jurídico-econômicos propostos. Nestes casos, o principal indicador ponderado foi o número de sucessos ou insucessos de cada etapa dos processos cíveis e criminais ocorridos em um dado período de tempo de referência previsto por regimento legal do IBAMA.

De modo simultâneo foi avaliado o tempo das ações judiciais que foram processadas na esfera federal e estadual iniciadas com base nos AIA. Ao final de cada procedimento foi verificado quais processos foram concluídos em tempo hábil, tanto em termos de condenação quanto de absolvição judicial. Deste modo, o horizonte de cada análise é dependente do tempo decorrido após a multa (em meses), abrangendo o início e a finalização completa dos processos criminais e civis.

### *Apresentação e desenvolvimento dos modelos jurídico-econômicos*

A abordagem estatística se iniciou a partir das informações sobre autuações dos crimes ambientais exclusivamente contra a flora, obtidas dos arquivos do IBAMA (Banco de Dados-SICAFI) e do Poder Judiciário Federal e Estadual no Amapá. A estrutura do banco de dados do SICAFI foi adequada de modo que fosse possível tratar simultaneamente a construção dos modelos jurídico-econômico quanto a análise estatística para comparar diferentes modelos com base nos dados do SICAFI. Contudo, o processo de identificação de autuações realizadas pelo IBAMA/AP, de ações judiciais criminais interpostas pelos MPs e ações judiciais cíveis interpostas pelo IBAMA/AP, tramitou nos fóruns das Comarcas do estado do Amapá.

O tratamento estatístico dos dados numéricos foi realizado nos sistemas computacionais MS Excel (Suplementos e Análise de Dados), de acordo com orientações de Levine et al (2005), complementado pelo pacote estatístico BioEstat 5.0 (Estatística

Descritiva, ANOVA, Matriz de Correlação) (Ayres et al. 2007), a partir dos quais posteriormente foi realizada a proposição de modelos jurídico-econômicos. O resultado da tabulação dos dados do SICAFI (IBAMA/AP) resultou em oito planilhas totalizando 1407 Autos de Infração não cancelados no período entre 2002 e 2008.

A coleta de dados no Poder Judiciário Estadual ocorreu por consulta interna em seu sistema eletrônico TUCUJURIS e no site da justiça Federal do Amapá. Os dados numéricos e/ou 'qualitativos' de parametrização dos modelos foram obtidos por meio de comunicação pessoal com os agentes e técnicos do IBAMA/AP, Ministério Público Federal (MPF) e Ministério Público Estadual (MPE), Poder Judiciário Estadual e Federal no Amapá. Esta etapa metodológica teve como objetivo principal fornecer explicações lógicas sobre os resultados quantitativos levantados da análise estatística objetiva (quantitativa), especialmente as probabilidades de sucesso ou insucesso nas etapas processuais. Portanto, as informações qualitativas subsidiaram a análise sobre os procedimentos das esferas administrativa e judiciária da cadeia de aplicação da LCA. Esta etapa metodológica foi útil para ampliar a compreensão dos motivos subjacentes às potenciais ineficiências em etapas-chaves do processo global das AIA.

#### *Apresentação dos Modelos Jurídico-econômicos*

No Brasil um primeiro modelo econômico foi desenvolvido por Akella et al. (2006) para avaliar a aplicação da LCA no Sul da Bahia. Este modelo tomou por base os princípios da modelagem utilizada por Sutinen (1987), que avaliou o sistema de aplicação de lei similar nos Estados Unidos, resultando no conhecido trabalho denominado de Enforcement Economics Model.

O Modelo de desincentivo criado pela aplicação da lei, segundo Akella et al. (2006), também tomado como base para o presente estudo, foi assim descrito:

$$D = P_d \cdot P_{a|d} \cdot P_{p|a} \cdot P_{c|p} \cdot Multa \cdot e^{-r \cdot t}$$

#### **Onde:**

D = desincentivo ou depreciação da multa medida em moeda corrente (R\$ ou US\$)

P = probabilidade de sucesso (ou insucesso) em cada etapa dos processos

d = índice de detecção da infração

a|d = índice de autuação decorrente da detecção de infração

p|a = índice de processo judicial decorrente da autuação

c|p = índice de condenação decorrente do processo judicial

exp = constante matemática, base neperiana da função exponencial de "ex"

r = taxa de juros (ao mês  $\approx$  a.m)

t = tempo decorrido entre a detecção e a multa (normalmente, mencionado ao mês)

Multa = Valor da Multa em moeda corrente (em R\$ ou US\$)

De modo simples, a equação (1) pode ser representada a partir de um comportamento de decaimento de primeira ordem em relação ao tempo (t), partindo-se de um valor máximo (multa), o qual se deprecia em função do parâmetro taxa (r).

Diante da necessidade de mensuração da efetividade da LCA quanto às ações cíveis executivas, que tratam da punição civil do infrator ambiental, cobrando a multa não paga administrativamente, na presente pesquisa, formulou-se quatro novos modelos econométricos. O objetivo foi otimizar a explicação de outras potencialidades do comportamento da dinâmica de desincentivo ao crime ambiental, considerando tanto o aspecto civil quanto o criminal, tanto separadamente quanto simultaneamente.

Neste contexto, a modelagem desenvolvida a partir do modelo de Akella et al. (2006), apresenta três elementos essenciais:

1. A efetividade do sistema jurídico-econômico, com um todo, está adstrito ao desempenho do seu elemento mais fraco;

2. A análise individual dos elementos de um sistema de aplicação da lei auxilia a identificação de que etapa do processo, ou em que instituição, se localizam os pontos frágeis da cadeia;

3. O fator de decaimento exponencial dos modelos é imprescindível, representando o fenômeno econômico em um contexto temporal (mensal) do desconto da multa no intervalo entre a etapa de detecção e a do pagamento da mesma ou entre a detecção e a condenação ou equivalente. Este último representa o decaimento ou a taxa de desestímulo para o cometimento de crime ambiental.

Para dar subsídios aos dois tipos de processos judiciais, que podem surgir diante dos AIA, os quais não foram considerados em estudos anteriores (Akella et al. 2006; Sutinen, 1987), foram desenvolvidos especificamente para melhor mensurar o valor repressivo do sistema normativo. Nestes casos, é equivalente ao das equações descritas abaixo:

Equação 2 para os processos que constituíram ações criminais; Equação 3 para as ações cíveis executivas; Equação 4 para o somatório das ações criminais e cíveis executivas e Equação 5 para a multiplicação (cujo significado é a potencial interação) entre as ações criminais e cíveis executivas.

#### **Equação 2: Multa Criminal**

$$D_2 = \frac{1}{4} [(P_{a|d}) + (P_{m p|a}) + (P_{p j|mp}) + (P_{c|p j})] Multa_{(criminal)} e^{-r \cdot t}$$

#### **Onde:**

D2 = desincentivo ao pagamento da multa criminal;

Pa|d = Probabilidade de sucesso da autuação decorrente da detecção

Pmp|a = Probabilidade de sucesso da notificação do MP decorrente da autuação

Ppj|mp = Probabilidade de sucesso do processo judicial



decorrente da notificação ao Ministério Público

$P_{c|pj}$  = Probabilidade de sucesso da condenação ou transação decorrente do processo judicial

$r$  = taxa mensal de desconto (% a.m) (desincentivo da multa)

$t$  = tempo (meses)

$e = (\exp) =$  constante matemática (número neperiano)

Multa = valor total da multa (R\$)

### Equação 3: Multa Civil

$$D_3 = \frac{1}{4} \left[ (P_{a|d}) + (P_{pa|a}) + (P_{pj|pa}) + (P_{fpj|pj}) \right] Multa_{(civil)} e^{-r \cdot t}$$

Onde:

$D_3$  = desincentivo ao pagamento da multa cível;

$P_{a|d}$  = Probabilidade de sucesso da autuação decorrente da detecção

$P_{pa|a}$  = Probabilidade de sucesso do processo administrativo decorrente da autuação

$P_{pj|pa}$  = Probabilidade de sucesso do processo judicial decorrente do administrativo

$P_{fpj|pj}$  = Probabilidade de sucesso de finalização do processo judicial decorrente da conclusão do processo

$r$  = taxa mensal de desconto (% a.m) (desincentivo da multa)

$t$  = tempo (meses)

$e = (\exp) =$  constante matemática (número neperiano)

Multa = valor total da multa (R\$)

### Equação 4: Soma das Multas Criminal e Civil (independência entre ambos)

$$D_4 = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{4} \left[ (P_{a|d}) + (P_{mp|a}) + (P_{pj|mp}) + (P_{c|pj}) \right] Multa_{(criminal)} + \dots \right] e^{-r \cdot t}$$

ou

$$D_{4a} = \frac{1}{2} \left[ (P_{criminal}) Multa_{(criminal)} + (P_{civil}) Multa_{(civil)} \right] e^{-r \cdot t}$$

Onde:

$D_{4a}$  = desincentivo ao pagamento da multa criminal + civil (SOMA);

$P_{criminal} = 1/4 (P_{a|d} + P_{mp|a} + P_{pj|mp} + P_{c|pj})$ , onde (Probabilidades(i)  $\leq 1$ ).

$P_{civil} = 1/4 (P_{a|d} + P_{pa|a} + P_{pj|pa} + P_{fpj|pj})$ , onde (Probabilidades(i)  $\leq 1$ ).

$P_i 0$ , imposição matemática ao modelo, onde

### Equação 5: Multiplicação das Multas Criminal e Civil (interação entre ambas)

$$D_5 = 2 \sqrt{(P_{criminal})(P_{civil})} Multa_{(criminal)} Multa_{(civil)} e^{-2 \cdot r \cdot t}$$

Onde:

$D_5$  = desincentivo ao pagamento da multa criminal multiplicada pela civil (PRODUTO);

$P_{criminal} = (P_{a|d} P_{mp|a} P_{pj|mp} P_{fpj|pj})$ , onde  $P$  (Probabilidades)  $\leq 1$ .

$P_{civil} = (P_{a|d} P_{pa|a} P_{pj|pa} P_{fpj|pj})$ , onde  $P$  (Probabilidades)  $\leq 1$ .

$r$  = taxa mensal de desconto (% a.m) (desincentivo da multa)

$t$  = tempo (meses)

$e = (\exp) =$  constante matemática (número neperiano)

Multa = valor total da multa (R\$) (com base na média geométrica)

O juro de mora ' $r$ ', ou seja, o custo da multa ou taxa de desincentivo, utilizado pelo IBAMA é equivalente à taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia – SELIC, acumulada mensalmente, até o último dia do mês anterior ao do pagamento, e de um por cento no mês de pagamento, conforme art.30 da Instrução Normativa 08/2003-IBAMA (IBAMA,2003). A taxa utilizada na presente pesquisa foi a média do período de análise (2002 a 2008), para efeito de referência de cálculo.

A variável tempo ' $t$ ' considerou o período das etapas para aplicação da LCA no estado do Amapá, onde os processos atingiram no máximo de 25 (vinte e cinco) meses nas ações criminais e 37 (trinta e sete) meses para sua total conclusão nas ações cíveis executivas. Estes dados também foram baseados na Instrução Normativa 008/2003 (IBAMA,2003) e nas informações prestadas pelos técnicos das instituições avaliadas. Estes foram os horizontes temporais das análises com fundamento nos dados do próprio sistema ou banco de dados do IBAMA. Entre 2002 e 2008 foi então possível verificar se as autuações realizadas nos três primeiros anos analisados, que geraram processos judiciais, foram devidamente concluídas.

Não obstante, destaca-se que o direito brasileiro possibilita ao infrator o uso dos diversos recursos previstos no ordenamento jurídico, o que pode levar o processo a tramitar em tempo significativamente superior a três anos (referência), motivo pelo qual foi analisado o processo judicial somente até a decisão da primeira instância, não significando que os referidos processos se encerraram definitivamente até aquele momento.

### Aplicação dos modelos jurídico-econômicos propostos

Para utilização dos modelos econômicos desenvolvidos e propostos no sistema de aplicação da LCA foram levantados dados sobre detecção, autuação administrativa, notificação de crime ao MP e processamento judicial cível e criminal, para os quais as etapas são descritas a seguir. Estas etapas estão representadas pelos parâmetros de probabilidades ( $P_{x|y}$ ) nas Equações 2 a 5.

O sistema de aplicação dos AIA pelo agente fiscalizador do IBAMA/AP pode ocorrer diante de denúncia formal ou durante as atividades rotineiras de monitoramento pelas equipes de fiscalização. Depois de formalizada a detecção através da aplicação do AIA, ocorre a autuação do processo administrativo, ou seja, o registro no escritório regional do IBAMA/AP mais próximo do local do crime, tornando-se a infração um caso oficial, onde é concedido ao infrator o direito de ampla defesa para prosseguimento nas demais etapas.

Entre a etapa de detecção e a autuação do processo administrativo do infrator deve ocorrer no máximo um lapso temporal de 1(um) mês apesar do art. 5º da

Instrução Normativa 08/2003 (IBAMA/2003) estabelecer que deva ocorrer em 5 dias úteis.

Havendo a identificação pela Superintendência do IBAMA/AP de que o fato se constitui mais que uma infração ambiental, ou seja, constitui crime, este realiza notificação ao MP, Estadual ou Federal, em conformidade com a natureza e o local do delito, enviando cópia da autuação e demais documentos que acompanhem os AIA, para aprofundar as investigações e, se necessário, iniciar o processo judicial penal.

No IBAMA/AP o tempo máximo entre a autuação e a notificação ao MP deveria ser de 3 (três) meses, posto que se faz necessário apenas a constatação do enquadramento legal nos AIA e a realização do encaminhamento da documentação ao MP.

Como os crimes ambientais são suscetíveis de ação penal pública, estes são de competência exclusiva do MP, seja Federal ou Estadual, para propositura do 'processo judicial criminal'. O Procurador da República no MPF ou Promotor de Justiça no MPE que receber o auto de infração e as informações contidas, os avaliará e identificando que ao caso é cabível o processo criminal, preparará a denúncia com uma proposta de aplicação de pena, nos termos do delito ambiental identificado.

No MP o transcurso de tempo máximo entre notificação do MP e a ação judicial é de no máximo 9 (nove) meses.

Em algumas situações a lei penal permite que o processo judicial seja objeto de uma oferta de transação penal ao infrator, em que, o MP propõe uma forma alternativa de pagar pelo ato criminoso, representando, na prática, uma condenação, e se aceita, a transação é referendada pelo juiz que preside o processo conforme a lei, finalizando-o. Caso o infrator rejeite o acordo nos crimes em que a lei não permite a possibilidade de transação penal, o caso será levado a julgamento. A condenação será feita pelo juízo de primeira instância competente, que estabelecerá a pena com fulcro na interpretação da LCA e no caso concreto (OLIVEIRA, 2012).

No Poder Judiciário no Amapá o tempo máximo entre a interposição da ação penal de crime ambiental e a efetiva condenação deveria transcorrer em 12 meses. Período necessário para que as etapas do processo judicial: citação do réu, defesa prévia, instrução processual, defesa final, entre outras que possam ocorrer dentro dos parâmetros legais.

Quando se tratar da esfera cível administrativa, ou seja, de cobrança administrativa dos infratores que, mesmo com o nome inscrito no Cadastro Informativo de Créditos não Quitados do Setor Público Federal – CADIN e na Dívida Ativa da União, não pagaram as multas aplicadas, deve-se ter como prazo máximo entre a autuação do processo administrativo e a sua finalização 18 (dezoito) meses, diante dos prazos de

defesa e recurso previstos na Instrução Normativa 08/2003 (IBAMA, 2003).

Não ocorrendo o pagamento da multa na esfera administrativa, ao IBAMA/AP cabe a responsabilidade de interpelar judicialmente o infrator, que ocorrerá no período máximo de até 6 (seis) meses após o encerramento do processo administrativo. Intentada a ação cível executiva, ou seja, de cobrança judicial dos infratores que não pagaram administrativamente as multas, dispõe-se do prazo máximo de 12 (doze) meses entre a interpelação judicial e sua finalização.

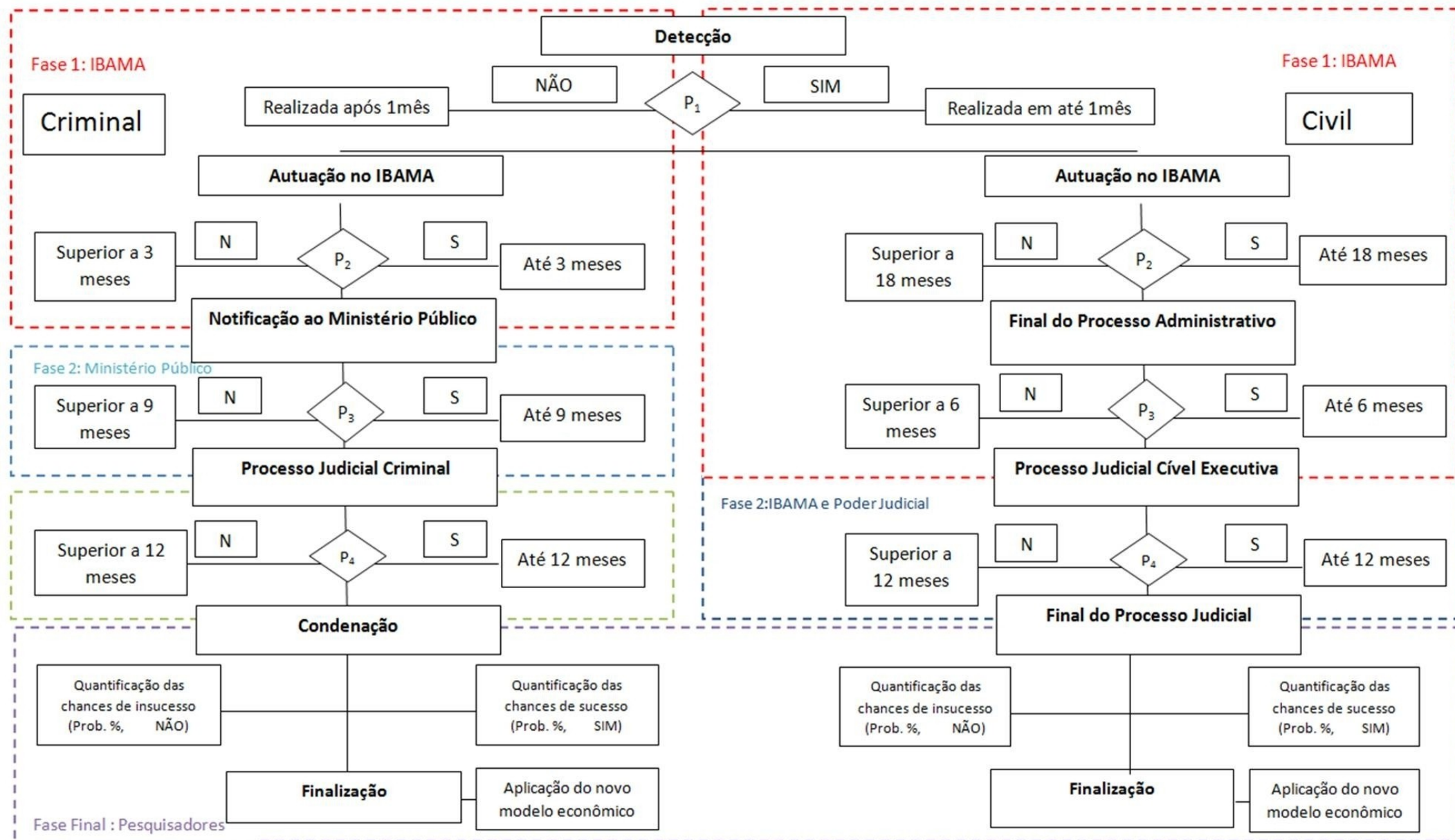
Para ilustrar didaticamente essas fases do processo é apresentada a figura 1, subdividida didaticamente em 1A e 1B, onde é possível visualizar quantitativamente as chances de sucesso ou insucesso da aplicação da LCA em cada etapa do processo cível e criminal. As chances foram quantificadas com base na própria avaliação dos gestores do sistema judicial e administrativo.

A interpretação do modelo de Sutinen (1987) é a seguinte: a frequência e a intensidade de comportamentos ilícitos (obtidos dos AIA) são proporcionais aos lucros líquidos oriundos desse comportamento, com base na taxa de juros da SELIC. Se o lucro bruto do comportamento ilícito for superior ao valor esperado do desincentivo produzido pela aplicação da lei, então o lucro líquido do ato ilícito é positivo e os infratores tenderão a continuar cometendo o crime. De modo contrário, se o valor esperado do desincentivo gerado pela aplicação da lei for suficientemente alto para tornar negativos os lucros líquidos da atividade ilegal, eles deixarão de cometer o ilícito.

Com as Equações '1' a '5', infere-se que o valor do desincentivo ao cometimento de um crime ambiental também é diretamente proporcional à probabilidade da ocorrência de cada um dos passos do processo legal de repressão que, somados, totalizarão sempre valor diferente de zero e multiplicado pelo valor da multa, descontado do tempo decorrido entre a detecção e o pagamento da multa.

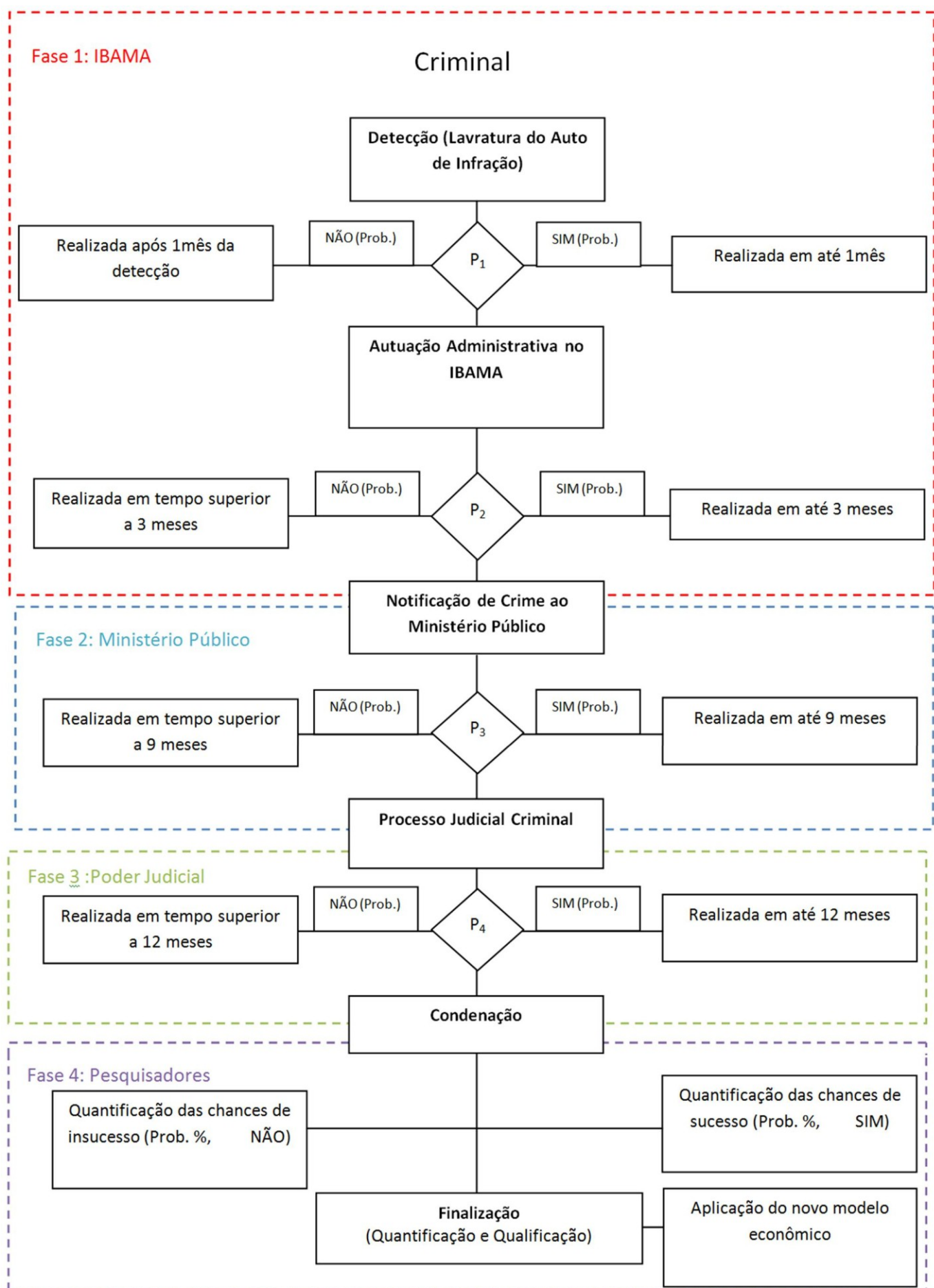
De acordo com o fluxograma das figuras 1 (1A e 1B) são indicadas as principais etapas dos processos administrativos e penais das multas, a partir da detecção dos AIA. Observa-se que no fluxograma, envolvendo tanto o processo administrativo quanto o criminal, há etapas decisórias em que são avaliados prazos, decisões, probabilidades, etc. Nas referidas etapas as principais fases são Autuação, Notificação do MP, Processo Judicial Criminal, Condenação e Finalização (Cível) e Autuação, Finalização do Processo Administrativo, Processo Judicial Cível Executiva, Finalização do Processo Judicial e Finalização.

Somente após a finalização de ambas as etapas representadas pela figura 1 (A e B, mais detalhadas) é que os modelos econométricos determinados pelas equações (1-5) foram aplicados.



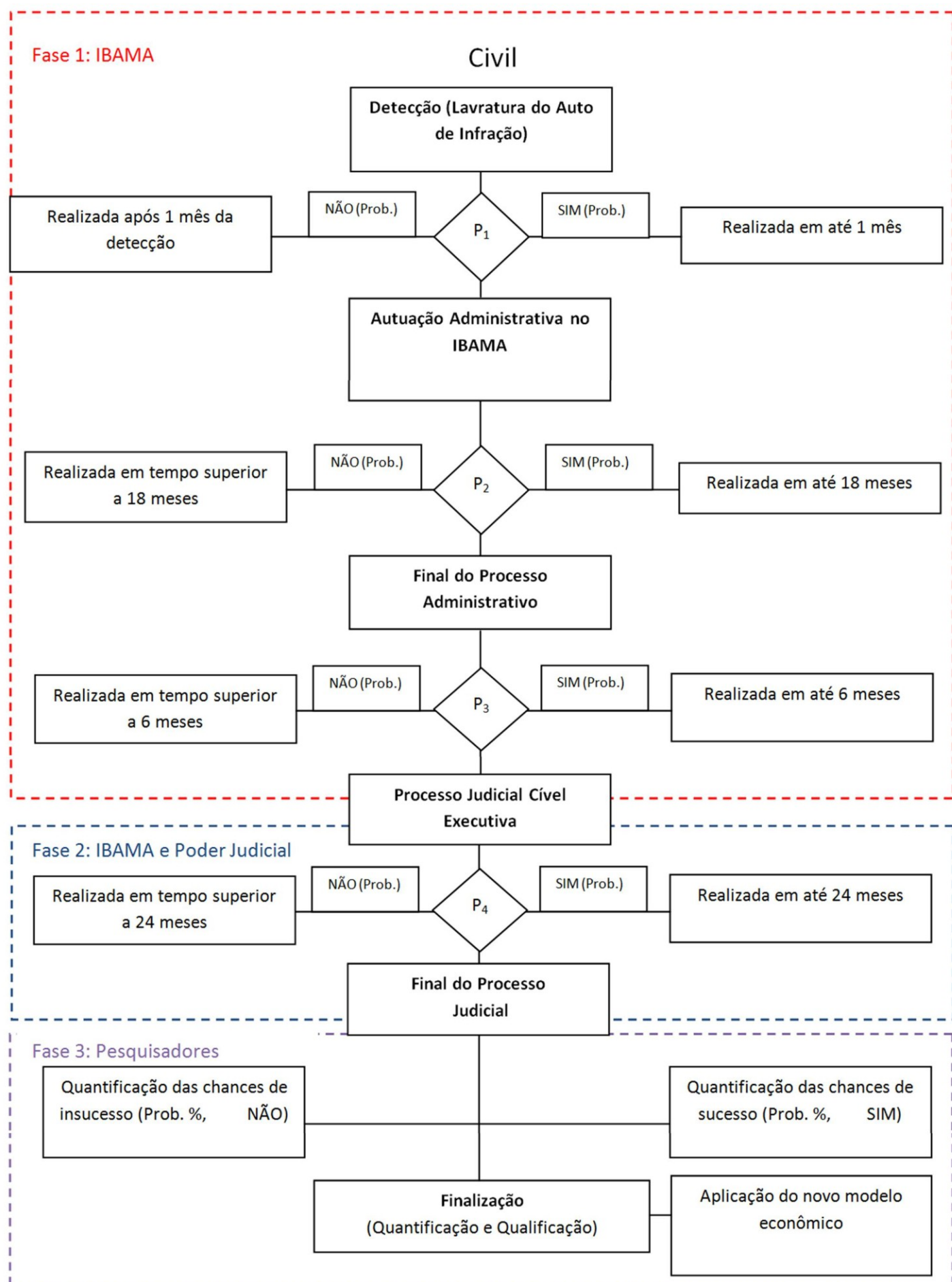
**Figura 1.** Modelo conceitual representado pelo fluxograma das etapas metodológicas do estudo para avaliar o valor repressivo do sistema normativo e probabilidades específicas de sucesso e insucesso para ações criminais e ações cíveis executivas.





**Figura 1A.** Modelo conceitual representado pelo fluxograma das etapas metodológicas do estudo para avaliar o valor repressivo do sistema normativo e probabilidades específicas de sucesso e insucesso para ações criminais.





**Figura 1B.** Modelo conceitual representado pelo fluxograma das etapas metodológicas do estudo para avaliar o valor repressivo do sistema normativo e probabilidades específicas de sucesso e insucesso para ações cíveis executivas.

### 3. Resultados e Discussões

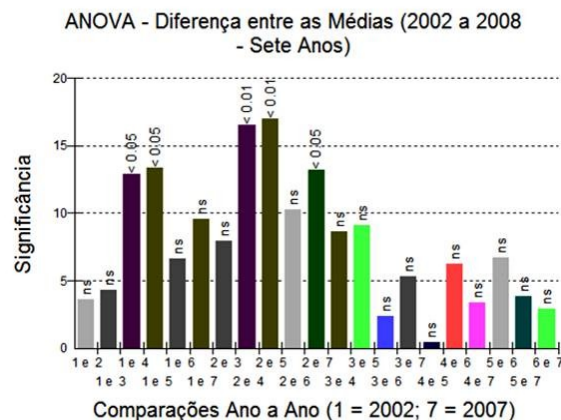
Ao longo do presente estudo foram identificados 1407 AIA que geraram processos administrativos no IBAMA/AP. Destes, 794 foram localizados no setor jurídico, ou seja, mais de 56% dos processos estavam na fase de cobrança judicial, os quais foram encaminhados para os MP ajuizarem ação criminal ou estavam inertes, aguardando manifestação do referido setor para os procedimentos.

Dos 1407 AIA somente os registros dos crimes ambientais contra a flora foram estudados, totalizando 895 AIA (63% dos AIA aplicadas). Dentre os quais foram ajuizadas 99 ações cíveis executivas de cobrança e 53 ações criminais, ou seja, somente 16% dos AIA aplicados geraram processos judiciais. Foi adotado um valor médio das multas aplicadas aos crimes contra a flora durante o período entre 2002 e 2008. O valor médio da multa criminal no estado do Amapá foi calculado em torno de R\$140.948,19 e a multa cível em torno de R\$ 106.417,22 (base de cálculo referente a 2010).

Os valores das multas ambientais aplicadas nos modelos econômicos serviram como base para avaliar a intensidade média real dos custos financeiros em termos de graus de desincentivo ao comportamento ilícito de crimes contra a flora. Estes foram considerados como proporcionais aos lucros líquidos advindos desse comportamento quando as penalidades não são consumadas. Dado o valor da multa, fixada a taxa de desconto (SELIC), o prazo de procrastinação ou no atraso do pagamento ou dos trâmites legais, tais valores tendem a decair proporcionalmente aos valores dessas taxas ( $r$ ) e ao longo do tempo.

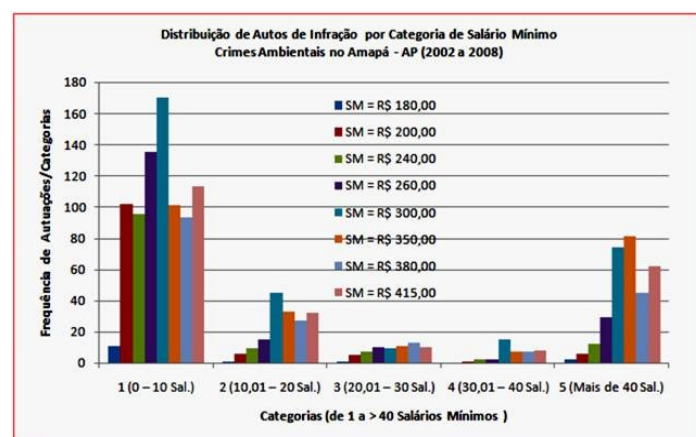
Dentre os 895 AIA, identificados como crimes contra a flora, observou-se um aumento significativo destes até 2005 e depois esse número decresceu lentamente. Apesar do decréscimo lento, ainda foi possível considerar que os infratores continuam a transgredir as leis sem receio de punição. Para estes a efetividade da LCA tem sido insignificante, por não obter êxito perceptível a ponto de coibir a ação danosa.

A figura 2 apresenta uma aplicação de análise de variância (ANOVA) (AYRES et al., 2007) comparando potenciais diferenças entre as médias das infrações observadas para cada período entre 2002 e 2008. Na análise inicial, observou-se que as médias dos autos de infração, de cada período de análise, se apresentaram significativamente diferentes entre si, obrigando a uma segunda análise na sequência. Um teste de Tukey foi então aplicado para avaliar quais foram os períodos que apresentavam tais diferenças significativas entre as médias, ( $p < 0,05$ ). Na figura 2 o termo "ns" representa comparação não significativa e as diferenças entre as médias com valores de  $p < 0,05$  representam diferenças significativas. Os números no eixo horizontal representam as comparações entre cada um dos anos 1 (2002) a 7 (2008).



**Figura 2.** Comparação entre médias da variação anual AIA contra a flora (2002 a 2008). Teste de ANOVA (um critério) e Teste de Tukey para variâncias desiguais.

Ao se tabular os 895 AIA de crimes ambientais, com base no valor da multa aplicada, e como referência o salário mínimo (SM) da época do fato, foram analisadas cinco classes para agrupar os valores: a 1ª, de 0 a 10; a 2ª, de 10,0001 a 20; a 3ª, de 20,0001 a 30; a 4ª de 30,0001 a 40 e 5ª, com mais 40 salários mínimos, a partir dos quais foi organizada uma planilha com o período de vigência do salário mínimo (Figura 3).



**Figura 3.** Valores das multas aplicadas nos crimes ambientais, autuados pelo IBAMA/AP, entre 2002 e 2008, classificados por categoria em função do salário mínimo. SM – Salário Mínimo

A maioria das multas aplicadas se encontra na faixa de 0 a 10 salários mínimos, significando que a maior parte dos delitos era de baixo potencial ofensivo. No entanto, a segunda faixa de maior ocorrência ou importância é, contrariamente, a última, com valores superiores a 40 salários mínimos. Os resultados mostram que no Amapá os delitos ambientais contra flora estavam adstritos aos pequenos produtores rurais ou aos grandes extrativistas.

A Figura 4 mostra a aplicação de uma análise de regressão linear simples relacionando os AIA no tempo, em que a evolução temporal do número de autuações de crimes ambientais, entre 2002 e 2008 tendia a aumentar a uma taxa significativa (ou seja, com média de 26 novas multas/ano a cada ano).



**Figura 4.** Evolução dos AIA aplicados pelo IBAMA/AP, entre 2002 e 2008.

A análise de regressão acima mostra que a cada ano a taxa média de crescimento dos crimes ambientais contra a flora no Amapá era de 26 novas ocorrências ( $p = 0,0726$ ,  $F = 5,092$ ,  $\text{Autos} = -51.956,00 + 26 \cdot \text{Ano}$ ,  $R = 0,7103$ ). De acordo com a equação de regressão linear obtida, o coeficiente angular da curva, representada pela taxa de crescimento anual das multas,  $(b) = 26$ , indicando que houve uma tendência positiva da evolução de 26 novos crimes/ano com esta média no período.

#### Aplicação dos modelos jurídico-econômicos propostos

Para obtenção dos resultados da análise do modelo jurídico-econômico da aplicação da lei, realizou-se uma

parametrização prévia para os quatro modelos propostos. Neste caso, foram realizados cálculos das probabilidades ou indicadores de sucesso ou eficiência por etapa. A Probabilidade (P1) (observar as probabilidades na Figura 1, 1A e 1B) indicou o nível de sucesso da autuação que estava sendo executada em um dado período. Na presente análise, o tempo médio observado da primeira etapa foi quatro vezes superior ao tempo máximo ideal de regimento. Este fato sugeriu uma significativa responsabilidade do próprio IBAMA sobre a probabilidade de (in)sucesso da aplicação da LCA. Segundo Brito e Barreto (2006) uma das principais causas que contribuem para a baixa eficácia da LCA é a escassez de recursos humanos para processar os casos, bem como a carência de meios legais de cobrança, além da ausência de medidas complementares de cobrança.

A Probabilidade (P4), transcurso do processo judicial, sob responsabilidade do Poder Judiciário, ficou abaixo do tempo máximo previsto, indicando boa efetividade de tramitação. A dificuldade no sistema de aplicação da LCA ocorria no início do processo, no IBAMA/AP.

Após a finalização da sistemática de parametrização do modelo, admitindo-se período de 100 meses (pouco mais de 8 anos) para o horizonte temporal de cada análise, a taxa média da SELIC foi utilizada com o valor de  $r = 1,645\%$  a.m. Os valores médios das multas criminais e cíveis, além das probabilidades, foram utilizados para gerar os valores iniciais das curvas dos gráficos com base nas equações 2,3,4 e 5.

**Tabela 1.** Parametrização do Modelo 2 (equação 2) Econômico Criminal (2002 a 2008) com base em sete variações de probabilidades (100 a 10%).

Simulações	100%	90%	80%	60%	50%	30%	10%
$P(a/d) =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P(mp/a) =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P(pj/mp) =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P(c/pj) =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$r =$	0.0164						
Multa Crime =	140.498,22						

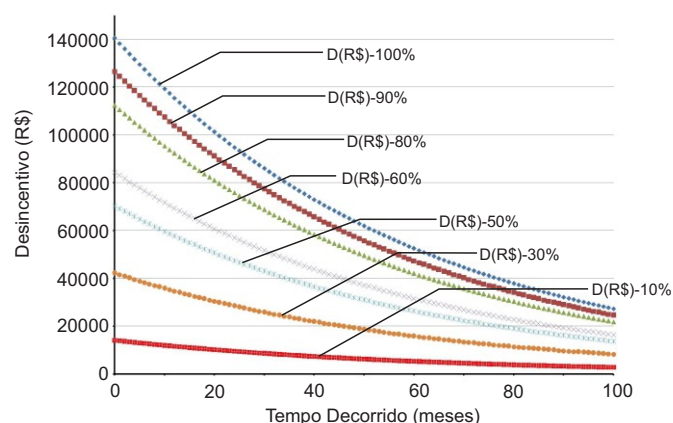
#### Legenda:

$P(a/d)$  – Probabilidade do setor das autuações pelas detecções  
 $P(mp/a)$  – Probabilidade do setor das notificações do MP pelas autuações  
 $P(pj - mp)$  – Probabilidade do setor dos processos judiciais pelas notificações do MP  
 $P(c - pj)$  – Probabilidade do setor das condenações pelos processos judiciais  
 $r$  = taxa mensal de desconto (% a.m)  
Multa = valor total da multa (R\$)

Na tabela 1 foi utilizado todo o conjunto de probabilidades hipotéticas para gerar as curvas dos gráficos oriundos dos modelos propostos a fim de avaliar a depreciação da multa (desincentivo) no tempo com a taxa estipulada. Assim, foram simuladas as respostas do desincentivo econômico para diferentes probabilidades de sucesso (Figura 5).

Na Figura 5 o parâmetro do valor da multa é equivalente a média dos valores aplicado nos AIA que geraram processos criminais. Foram aferidos tempos diferentes para utilizar a equação e elaborar os gráficos de respostas das simulações obtidas a partir dos modelos propostos, com base na Taxa SELIC.

Equação 2 = Execução Criminal - Efeito da Prob. de Sucesso  
Simulação e Análise Jurídico-econômica do SICAFI/IBAMA para o Estado do



**Figura 5.** Parametrização do Modelo 2 – Equação 2 - Modelo Econômico Criminal no período de 2002 a 2008. D (R\$) – Desincentivo em reais.

**Figura 5.** Parametrização do Modelo 2 – Equação 2 - Modelo Econômico Criminal no período de 2002 a 2008. D (R\$) – Desincentivo em reais.

Simulações	100%	90%	80%	60%	50%	30%	10%
$P_{a/d} =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P_{pa/a} =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P_{pj/pa} =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$P_{fpi/pi} =$	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.1
$r =$	0.0164						
Multa Civil=	106.417,22						

$P(a/d)$  – Probabilidade da divisão das autuações pelas detecções

$P(pa/a)$  – Probabilidade da divisão dos processos administrativos pelas autuações

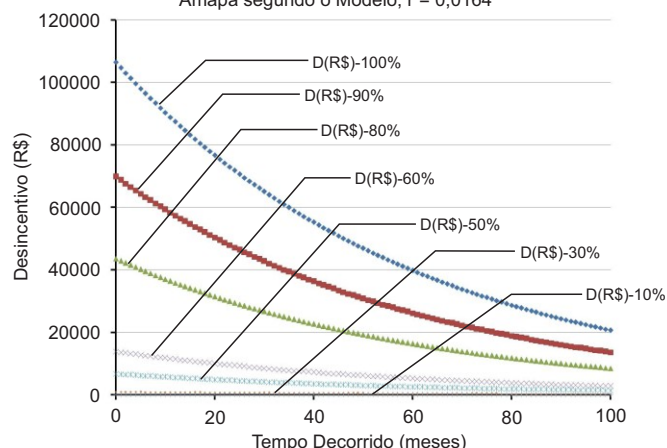
$P(pj - pa)$  – Probabilidade da divisão dos processos administrativos pelos processos judiciais

$P(fpi - pi)$  – Probabilidade da divisão do final dos processos judiciais pelos processos judiciais iniciados

$r$  = taxa mensal de desconto (% a.m)

Multa = valor total da multa (R\$)

Equação 3 = Execução Civil - Efeito da Prob. de Sucesso  
Simulação e Análise Jurídico-econômica do SICAFI/IBAMA para o Estado do  
Amapá segundo o Modelo,  $r = 0,0164$



**Figura 6.** Parametrização do Modelo 2 – Equação 3 - Modelo Econômico Civil, no período de 2002 a 2008. D (R\$) – Desincentivo em reais.

Nas figuras subsequentes, como por exemplo, no Modelo 3 (Figura 7 - SOMA), os valores iniciais das multas criminal e civil são somados, de forma que no cômputo geral da análise ambos são necessários, pois

Ainda na Figura 5 o desincentivo (desvalorização da multa igual a aproximadamente R\$ 140 mil - curva mais acima) se inicia por intermédio de processo de decaimento, logo imediatamente após o primeiro mês depois do início do processo criminal. Quanto menor os parâmetros de sucesso, menor o valor inicial (R\$ 18 mil - última curva mais abaixo).

O nível de decaimento das curvas é fundamentalmente dependente da taxa média do custo da multa. Mas quanto maior a multa, mais rapidamente ocorre o decaimento da curva e, por consequência, há uma maior desvalorização do recurso no tempo. No caso, cada curva representa o efeito das probabilidades de sucesso, escolhidas aleatoriamente, com o propósito de avaliar como as eficiências dos procedimentos afetam as perdas do valor da multa.

Análises similares foram obtidas para os modelos 2, 3 e 4:

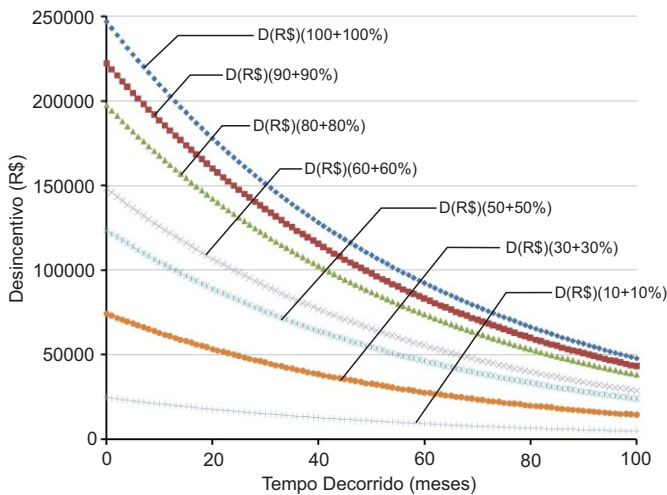
representam de fato a realidade regional da simultaneidade processual. Por esta razão as curvas do modelo se iniciam em posições mais elevadas nos eixos verticais (valores das multas somadas). Observa-se que o ponto de partida, para um percentual de 100% de eficiência total seria de ordem de R\$ 250 mil (Figura 7 – SOMA).

Os diferentes modelos que se utilizam da Equação 4 (SOMA) e Equação 5 (Figura 8 - PRODUTO) apresentam também distribuições diferenciadas das curvas de desincentivo ou respostas distintas para cada efeito de probabilidade de sucesso nas etapas.

Percebe-se, também, que as curvas no modelo 5 (PRODUTO) são mais homogêneas na parte superior do gráfico (para elevadas probabilidades de sucesso). No modelo 4 (SOMA) as curvas estão dispostas e de forma mais aninhadas, em especial para situações de baixo rendimento (probabilidades baixas de sucesso).

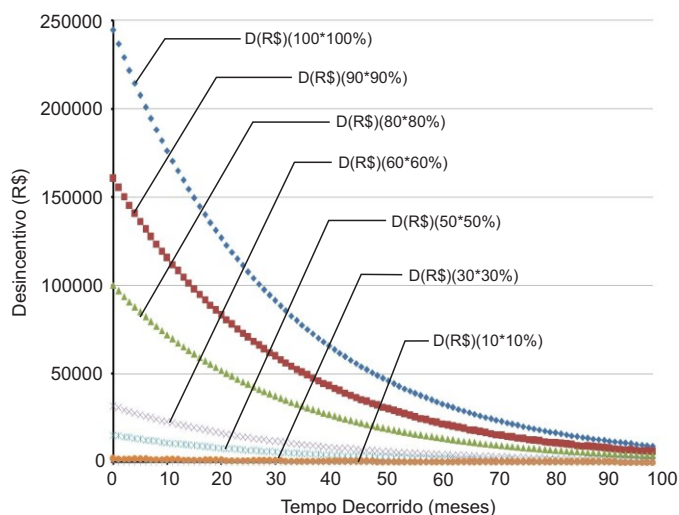


Equação 4 (SOMA) = Execução Criminal + Civil - Efeito da Prob. de Sucesso  
Simulação e Análise Jurídico-econômica do SICAFI/IBAMA para o Estado do Amapá segundo o Modelo,  $r = 0,0164$



**Figura 7.** Parametrização do Modelo 4 (SOMA) – Modelo Econômico Criminal + Civil, no período de 2002 a 2008, com D (R\$) – Desincentivo em reais.

Equação 5 (MULTIPLICAÇÃO = Execução Criminal \* Civil - Efeito da Prob. de Sucesso. Simulação e Análise Jurídico-econômica do SICAFI/IBAMA para o Estado do Amapá segundo o Modelo,  $r = 0,0164$



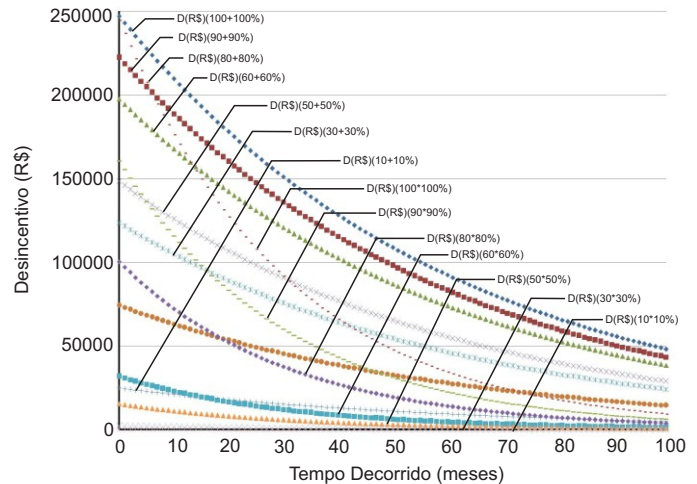
**Figura 8.** Parametrização do Modelo 5 (PRODUTO) – Modelo Econômico Criminal\*Civil, no período de 2002 a 2008. D (R\$) – Desincentivo em reais.

A Figura 9 apresenta os efeitos comparativos entre as curvas de desincentivos oriundas dos modelos SOMA e PRODUTO, considerando vários rendimentos, variando entre 100% e 10%. Pode ser observado que o efeito dos modelos se diferenciam principalmente em virtude do modelo PRODUTO ser muito mais exigente para avaliar a efetividade do desincentivo da multa. Isto é, representa o produto das probabilidades de duas modalidades (criminal e cível), o que torna o decaimento da efetividade muito mais agudo.

Por outro lado o modelo SOMA é também exigente em relação ao atendimento das etapas de sucesso (probabilidades), mas simula com mais suavidade e realismo as respostas dos desincentivos quando considera os efeitos dos processos criminais e cíveis. Além

disso, por computar a soma de duas parcelas 'independentes (criminal e cível)' tende a ser mais facilmente compreendido em sua forma conceitual.

Equação 4 (SOMA) = Execução Criminal + Civil - Efeito da Prob. de Sucesso  
Simulação e Análise Jurídico-econômica do SICAFI/IBAMA para o Estado do Amapá segundo o Modelo,  $r = 0,0164$



**Figura 9.** Comparação entre as respostas dos Modelos 4 (SOMA - na legenda símbolo "+") e 5 (PRODUTO, na legenda símbolo "\*"), no período de 2002 a 2008. D (R\$), Desincentivo em reais.

Ao se comparar todas as curvas de ambos os modelos (Figura 9), é possível avaliar que os decaimentos do modelo SOMA são mais suaves que aqueles relacionados com o modelo PRODUTO (considerado mais exigente).

A partir destas análises, foi possível avaliar diversas cenários de simulações relacionadas com o desincentivo ao pagamento de multas devidas aos delitos ambientais, criminais e cíveis, considerando tanto as análises dos aspectos individuais (só criminal - 2 ou só cível - 3) ou em condições integradas (SOMAS - 4 ou PRODUTOS - 5). Na realidade qualquer um dos modelos pode ser utilizado para se realizar uma avaliação de desincentivo jurídico-econômico aplicados às multas ambientais no estado do Amapá, bastando mudar os parâmetros das simulações para cada caso específico ou análise desejada.

Ao longo dos testes de aplicação dos modelos, o modelo SOMA parece ser o que se mostrou mais adequado à presente análise jurídico-econômica, por melhor representar a realidade observada pelo banco de dados do IBAMA. A explicação para este resultado é que o processo de cobrança simultânea civil e criminal (modelo SOMA) mantém o caráter da "independência" estatística entre ambos os processos, tanto os criminais quanto os civis. E este fato é exatamente o que ocorre na prática do sistema jurídico observada.

#### 4. Conclusão

O IBAMA-AP possui um sistema informatizado de controle de AIA (SICAFI) eficiente. No entanto, foi identificado que na atuação dos agentes fiscalizadores não se observou efetividade entre todas as etapas de sua aplicação, pois a primeira probabilidade ( $P_1$  –

detecção à atuação do processo administrativo) das equações 2 a 5, para qual foi estabelecido que o tempo máximo de realização seria de um mês, estava sendo realizado em média de 3,27 (três meses e oito dias, aproximadamente). Desta forma, esta etapa processual foi realizada em tempo três vezes superior ao de efetividade ideal prevista em regimento. Esse indicador de probabilidade de sucesso foi da ordem de 2,32 (dois vírgula trinta e dois meses) nos processos criminais e 4,23 (quatro vírgula vinte e três meses) nos processos cíveis. Os procedimentos nas etapas de detecção foram os que apresentam menor eficiência em todo o sistema. Portanto, pode ser o principal gargalo da efetividade da LCA para os casos de crime contra a flora.

Nos AIA que deram origem aos 'processos criminais' identificou-se que as probabilidades P2, P3 e P4, analisando as responsabilidades em cada uma delas, se apresentaram sempre com baixa efetividade, pois somente a última fase (P4) ocorreu em média dentro do intervalo ou período ideal esperado ( $0,98 < 1$  mês). Porém, 69% (sessenta e nove por cento) dos processos não foram sentenciados, não se inserindo na elaboração do cálculo. Em consequência, o comportamento de cada etapa processual foi detalhado como:

1) P2 (da atuação do processo administrativo à notificação do crime ao MP) - responsabilidade do IBAMA/AP – tempo exigido para efetividade: 3 meses – onde média de realização dessa etapa do processo foi de 1,24 (um vírgula vinte e quatro) anos;

2) P3 (da notificação do crime no MP ao início da ação judicial) – responsabilidade dos MPs – tempo exigido para efetividade: 9 meses – média de realização dessa etapa do processo foi de 1,91 (um vírgula noventa e um) anos;

3) P4 (do início da ação judicial à condenação) – responsabilidade do Poder Judiciário e dos MPs – tempo exigido para efetividade: 12 meses – com média de realização dessa etapa do processo de 0,98 (zero vírgula noventa e oito) anos.

Nos AIA que deram origem aos 'processos cíveis' identificou-se que as probabilidades P2, P3 e P4, analisando os responsáveis pelas etapas, também se apresentaram sempre com baixa efetividade, pois somente a última fase P4 estava em média dentro do período ideal ( $0,78 < 1$ ), porém 92% (noventa e dois por cento) dos processos não conseguiram sequer informar o endereço correto do executado ou bens que pudessem cobrir a dívida.

Além disso, uma análise simples demonstrou como se apresentou cada etapa:

1) P2 (da atuação ao final do processo administrativo) – responsabilidade do IBAMA/AP – tempo exigido para efetividade: 18 meses – média de realização dessa etapa do processo foi de 1,59 (um vírgula cinquenta e nove) vezes mais;

2) P3 (do final do processo administrativo ao início da ação judicial) – responsabilidade do IBAMA/AP – tempo exigido para efetividade: 6 meses – média de

realização dessa etapa do processo foi de 1,57 (um vírgula cinquenta e sete) vezes mais;

3) P4 (do início da ação judicial ao pagamento) – responsabilidade do Poder Judiciário e do IBAMA/AP – tempo exigido para efetividade: 12 meses – média de realização dessa etapa do processo foi de 0,78 (zero vírgula setenta e oito) vezes mais.

Quando foi realizada a soma de todas as etapas das duas tipologias de processo identificou-se que a média geral foi de 1,87 (um vírgula oitenta e sete) vezes maior indicando a baixa efetividade existente no sistema de aplicação da LCA como um todo.

Apesar do arcabouço legal ambiental brasileiro ser avaliado como um dos mais modernos, possuir satisfatórios meios materiais e excelentes instrumentos processuais para sua proteção, vislumbrou-se pouca efetividade em sua aplicação, de acordo com a análise jurídico-econômica empreendida. Este fato sugere que a resposta que o infrator ambiental apresenta é a "certeza" da impunidade, a qual incentivando o cometimento do crime ambiental, pois aparentemente não há um desincentivo efetivo ao delito cometido.

De fato, um dos maiores problemas do Direito Ambiental Brasileiro na atualidade, parece ser a falta de efetividade administrativa, jurídica e social do arcabouço legal na conservação ambiental. Contudo, esta deficiência não estava explícita na literatura. Mas ao se observar a efetividade da LCA que determina a proteção do meio ambiente estes são imprescindíveis. Somente rompendo com as diversas etapas da ineficiência dos processos é que se poderá coibir diversos impactos causados pela ação humana sobre os ecossistemas e a biodiversidade. Por outro lado, tais fatos também demonstram que a efetividade da LCA em relação a flora amazônica no Estado do Amapá parece estar muito aquém do prescrito na lei.

Tal convicção advém da observação de uma alta taxa de impunidade provavelmente causada pela falta de desincentivos jurídico-econômicos que parecem ser uma explicação razoável de fatores preponderantes da persistência dos crimes ambientais contra a flora no Amapá. Por exemplo, em uma amostra de 53 processos judiciais criminais de infração ambiental de delitos contra a flora, somente 31% dos infratores foram criminalmente punidos. Além disso, em uma amostra de 99 processos judiciais executivos cíveis, somente 18% dos infratores pagaram judicialmente suas multas aplicadas pelo órgão fiscalizador.

Portanto, é necessário que se encontre meios de desenvolver procedimentos para enfrentar novos desafios do sistema jurídico atual. E esta é a principal utilidade dos modelos econométricos ora apresentados. Especialmente para balizar o ímpeto do "desenvolvimento econômico" a qualquer preço, mesmo que este preço seja a impunidade suportada pela ausência da efetividade da aplicação da lei. Esse comportamento deve ser progressiva e continuamente corrigido.

## 5. Referências Bibliográficas

- ABRÃO, B. F. F. **Desenvolvimento econômico e preservação ambiental: o papel das políticas públicas**. In: Mudanças Climáticas, Biodiversidade e Uso Sustentável de Energia. Congresso Internacional de Direito Ambiental. Orgs/Editores: Antônio Herman Benjamin, Silvia Cappeli. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo – SP. Vol. 1, p 73-92. 2008.
- AKELLA, A. S. et al. O fortalecimento da defesa contra crimes ambientais: análise econômica do sistema de implementação legal na Mata Atlântica do Brasil. **Megadiversidade**, v. 2, n. 12, dez, 2006.
- ATLAS das Unidades de Conservação do Estado Amapá. Texto de José Augusto Drummond, Teresa Cristina Albuquerque de Castro Dias e Daguiete Maria Chaves Brito – Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008.
- AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0**. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007.
- BECKER, G. S. Crime and punishment: an economic approach. **The Journal of Political Economy**, v. 76, n. 2, p. 169-217, 1968.
- BRASIL. **Lei nº 6.905**, de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm). Acesso em: 9 jul. 2012.
- BRITO, B.; BARRETO, P. Aplicação da Lei de Crimes Ambientais pela Justiça Federal no setor Florestal do Pará. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 37, p. 218-243, 2005. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/congressos-e-anais/aplicacao-da-lei-de-crimes-ambientais-pela-justica>. Acesso em: 8 set. 2012.
- \_\_\_\_\_. A eficácia da aplicação da Lei de Crimes Ambientais pelo IBAMA para proteção de florestas no Pará. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 32, p. 35-65, 2006. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/artigos-cientificos/a-eficacia-da-aplicacao-da-lei-de-crimes>. Acesso em: 08 set. 2012.
- CF/88. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)
- CAMPOS, A. C.; AGUIAR, E. H. de A. **A multa administrativa como instrumento de implementação da política nacional do meio ambiente direcionada à proteção da biodiversidade: uma análise crítica**. In: Mudanças Climáticas, Biodiversidade e Uso Sustentável de Energia. Congresso Internacional de Direito Ambiental. Orgs/Editores: Antônio Herman Benjamin, Silvia Cappeli. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo – SP. Vol. 1, p 577-590, 2008.
- CUNHA, H. F. A. ; CUNHA, A. C. ; SILVA, J. M. C. A Pós-Graduação Stricto Sensu em Biodiversidade Tropical no Amapá: uma experiência em construção. RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação, Vol 19. 2013.
- DINIZ, M. H. **Compêndio de Introdução à Ciência do Direito**. 17. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- FERRAZ, R. **Instrumentos econômicos de proteção do meio ambiente**. In: Mudanças Climáticas, Biodiversidade e Uso Sustentável de Energia. Congresso Internacional de Direito Ambiental. Orgs/Editores: Antônio Herman Benjamin, Silvia Cappeli. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo – SP. Vol. 1, p 1081-1088. 2008.
- IBAMA. **Instrução Normativa nº 08, de 18 de setembro de 2003**. Dispõe sobre o procedimento de defesa e o sistema administrativo recursal, bem como a cobrança dos créditos de natureza tributária e não tributária para com a Autarquia. Disponível em: [www.viajuridica.com.br/downloads/port-IBAMA-08-03.doc](http://www.viajuridica.com.br/downloads/port-IBAMA-08-03.doc), acesso em 25 mai 2012.
- IBGE. **Contagem da População**. <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ap>. Acesso em 28 de novembro de 2013.
- LEVINE, D. M. et al. **Estatística – Teoria e Aplicações Usando o Microsoft Excel em Português**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2005.
- MIGLIARI JÚNIOR, A. **Crimes ambientais: lei 9.605/98: novas disposições gerais penais: concurso de pessoas: responsabilidade penal da pessoa jurídica: desconsideração da personalidade jurídica**. Campinas: Editora Interlex Informações Jurídicas, 2001.
- MILARÉ, É. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco**. 5. ed. atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007.
- OLIVEIRA, F. M. G. de. **Direito Ambiental**. Niteroi, RJ: Impetus, 2012.
- PETERS, E. L.; PIRES, P. de T. de L. **Manual de Direito Ambiental**. 2ª ed. (ano 2002), 5ª tir., Curitiba: Jurua, 2006.
- PRIEUR, M. **Droit de l'environnement**. 5ª edição. Paris: Dalloz, 2004.
- SILVA, J. M.C. da. **Corredor da Biodiversidade do Amapá**. Macapá: Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2007
- SUTINEN, J. G. Enforcement of the MFCMA: an economist's perspective. **Marine Fisheries**, v. 49, n. 3, p. 36-43, 1987.